

УДК 576.895.7

## ОБ ЭНТОМОФТОРОВЫХ ГРИБАХ, ПАРАЗИТИРУЮЩИХ НА КРОВОСОСУЩИХ МОШКАХ

И. А. Рубцов

Зоологический институт АН СССР, Ленинград

Нежелательные последствия широкого применения инсектицидов стимулируют интерес к биологическим агентам контроля численности вредных насекомых. Среди многочисленных естественных врагов кровососущих москак энтомофторовые грибы выделяются возможностями их лабораторного культивирования. Они легко размножаются на искусственных средах и были использованы в опытах биологической борьбы с некоторыми вредными насекомыми.

Сведения об энтомофторовых грибах на кровососущих москак очень скучны. Насколько автору известно, эти патогенные паразиты у москак никем, никогда и нигде не изучались. В литературе имеется несколько коротких указаний на существование энтомофторовых заболеваний у москак. Эти указания сведены Дженкинсом (Jenkins, 1964). *Entomophthora culicis* отмечена в Северной Америке на *Simulium molestum* и *S. venustum* Say. *E. curvispora*, в Европе на *S. (=Eus.) latipes* Mg. и, наконец, *E. gloeosporia* на *Simulium* sp. (Lacon, 1919). В недавно опубликованной сводке по энтомофторовым грибам Густавсона (Gustafsson, 1965) имеется также лишь лаконичное указание на факт паразитирования *E. culicis* (Braun) Fresenius на *Simulium* sp. в Европе. Этим ограничиваются известные автору литературные данные.

По личному 30-летнему опыту автора энтомофторовые грибы на москак встречаются в разных районах Союза ССР: в Восточной Сибири, Средней Азии, в Ленинградской обл. — везде, где произведены специальные наблюдения.

Энтомофторовые грибы, как правило, поражают взрослых насекомых. Возможность обнаружения энтомофтороза у москак в природе затрудняется их рассеянием после выплода на значительной площади. При этом надо учитывать, что у москак, особенно в европейской части ССР, весьма обычная факультативность кровососания. Потребность кровососания меняется из года в год, и всегда лишь часть популяции, иногда очень незначительная, нападает для кровососания. В этих случаях обнаружение москак в природе, не только больных, но и здоровых, крайне затруднено. Этим отчасти объясняется скучость сведений об энтомофторозах у данных насекомых. В 1965—1966 гг. нами были осуществлены специальные наблюдения в этом направлении. Наблюдения велись в Лужском районе Ленинградской обл. Многочисленные текучие водоемы Лужского района (реки Луга, Оредеж, Вревка, Ропотка, Обла, Быстриянка и др.) отличаются исключительно благоприятными условиями для массового развития в них москак. Обилие водной растительности, служащей местами поселения для личинок и куколок, обнаженность берегов, благоприятствующая развитию богатой микрофлоры, которой пытаются личинки, относительно устойчи-

вый гидрологический режим перечисленных рек, вытекающих из озер (Бревка, Ропотка, Обла, Быстрянка) или из запруд (Оредеж, частично Обла и Быстрянка), быстрое течение и ряд других условий способствуют здесь ежегодному массовому развитию и выплоду мошек. Доминантными видами являются красноголовая (*Boophthora erythrocephala* De Geer), короткошупниковая (*Simulium morsitans* Edw.), украшенная (*Odagmia ornata* Mg.) и тундровая (*Schönbaueria pussilla* Fries) мошки. Численность этих видов за 7 лет проводившихся здесь наблюдений (1959—1966 гг.) в местах выплода была устойчивой (за некоторыми исключениями, которых коснемся ниже) и очень высокой: в среднем 1—10 на 1 см<sup>2</sup> заселяемого субстрата. Такие оптимальные местообитания составляют 10—30% всей обследованной протяженности вышеупомянутых водоемов. Расход воды в них колеблется от 1.5 (Обла) до 10—20 м<sup>3</sup>/сек. (Луга). На личинках мошек здесь развивается богатая фауна паразитов: прежде всего мермисы, микроспоридии, гриб *Coelomycidium simulii*. Однако паразиты личинок лишь в отдельных редких случаях заметно подавляют популяции (Рубцов, 1963). Окукляется свыше 50% личинок, а гибель куколок до выплода взрослых незначительна. Таким образом, из года в год в водоемах Лужского района выплаживается громадное количество мошек. Несмотря на это, мошки как кровососы в Лужском районещаются лишь локально, что объясняется исключительно благоприятными условиями развития преимагинальных стадий, благодаря чему личинки накапливают достаточное количество жиробелковых резервов, исключающих необходимость дополнительного питания взрослых кровью (Рубцов, 1956, 1960, 1963). Перечисленные виды мошек, известные в разных районах европейской части СССР и в Западной Европе как злостные кровососы, в Лужском районе Ленинградской обл. разывают половые продукты без дополнительного питания кровью. Устойчивая высокая численность мошек здесь обеспечивает обилие их естественных врагов и облегчает их исследование.

Пораженные энтомофторовыми грибами особи, по крайней мере половозрелые самки, не утрачивают инстинкта откладки яиц. Они летят к точкам совместных яйцекладок. Откладка яиц происходит обычно на урезе воды, на листьях плавающих растений. Здесь на яйцекладках пораженные мошки погибают, иногда отложив лишь часть яиц, а иногда и вовсе не отложив их. Большинство погибших от энтомофтороза мошек было обнаружено нами на яйцекладках. Увеличенные в размерах благодаря разрастанию мицелия и серовато-белые особенно на темном фоне субстрата яйцекладок, они хорошо видны на расстоянии нескольких метров. Погибшие насекомые относительно прочно прикреплены ризоидами энтомофторового гриба среди яйцекладок или рядом с ними к субстрату. При временном погружении листа в воду погибшее насекомое не смыается при скорости течения около 0.5—0.8 м/сек.

Исследование погибших от энтомофтороза особей показало, что в Лужском районе мошек поражают 2 вида энтомофторовых грибов: *E. curvispora* Nowakowski, 1883 и *E. ovispora* Nowakowski. Внешний вид пораженного насекомого, развитие болезни, поражаемые ткани этих видов грибов различны. Заболевание красноголовой мошки (*Boophthora erythrocephala* De Geer), пораженной *E. curvispora*, изображено на рис. 1. Грудь, голова с ее придатками, ноги и крылья заметно не изменяют своих размеров и окраски. Лишь в шейной области через утонченную кутикулу наружу проникают конидиеносцы. Брюшко в отличие от груди сильно раздуть, его линейные размеры увеличены минимально в 2 раза. Все брюшко, за исключением тергитов, пропитано и покрыто серовато-белыми нитями конидиеносцев и изредка цистидий. Такое увеличение брюшка связано с тем, что гриб поражает внутри брюшка все ткани, за исключением хитиновой оболочки тела, трахей и зрелых яиц. Погибшее насекомое прочно прикреплено к субстрату ризоидами.

Различные стадии гриба, видимые под микроскопом, представлены на рис. 1, Б. На предпоследней стадии развития гриба в мертвом насекомом наиболее обычными компонентами паразита являются гифовые тела,

конидиеносцы, цистидии, изредка конидии. Внутри тела насекомого преобладают гифы, образующие мицелий. Если такое недавно погибшее насекомое поместить на предметное стекло во влажной камере на несколько часов, то происходит интенсивное образование и отбрасывание конидий на расстояние до 1—2 см вокруг. Оставленное на ночь предметное стекло покрывается сплошным слоем конидий, заметных в виде легкого налета невооруженным глазом. Конидии овально удлиненные, обычно слегка приостренные к одному концу, размером чаще всего от 40—42×10 до

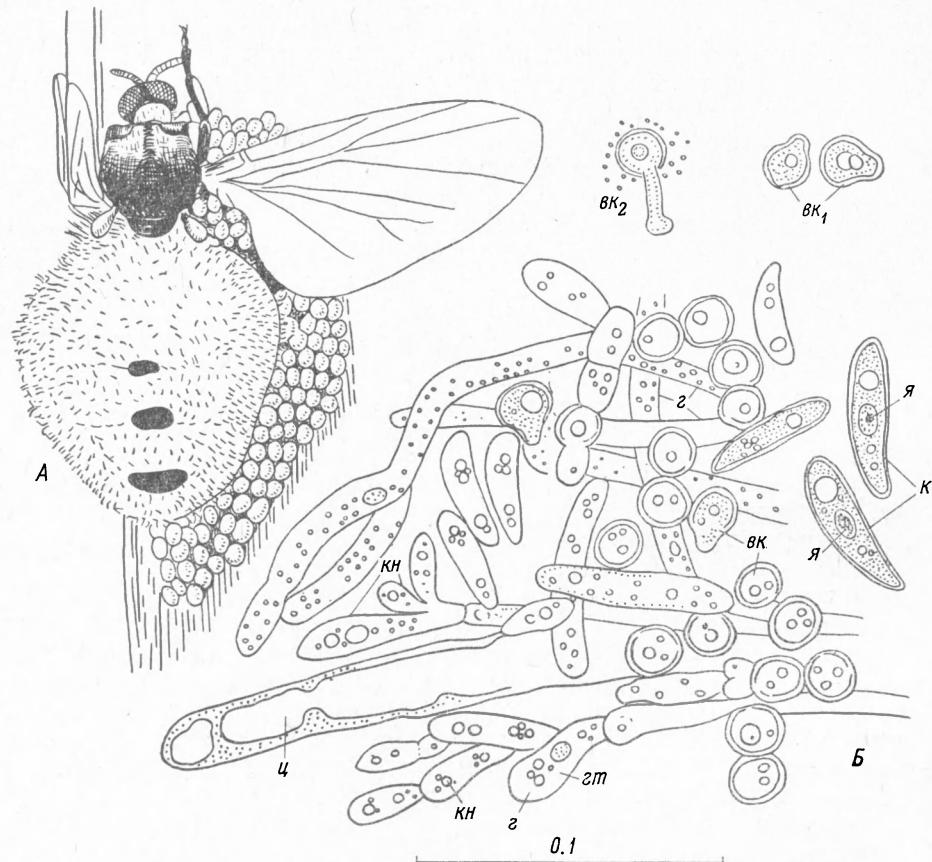


Рис. 1. *Entomophthora curvispora* Nowakowski.

А — общий вид пораженного насекомого (*♀ Boophthora erythrocephala* De Geer) на яйцекладке; Б — различные стадии развития гриба. *вк* — вторичные конидии; *вк<sub>1</sub>* — вторичные конидии вскоре после их образования; *вк<sub>2</sub>* — вторичные конидии, выбросившие протоплазматический вырост; *г* — гифы; *гт* — гифовые тела; *к* — конидии; *кн* — конидиеносцы; *у* — цистидии; *я* — ядро.

53—55×11—12 мк. Отдельные конидии бывают и мельче — 30×9 мк, иногда не приострены к концу. 1—2 крупные вакуоли и 4—5 мелких располагаются не посередине конидии, а ближе к ее концам. После окраски можно видеть округлое или продолговатое центрально расположенное ядро. По сравнению с формой, описываемой Густавсоном (Gustafsson, 1965), конидии нашей формы несколько крупнее. Размеры конидий, по Густавсону, на шведском материале колеблются в пределах 23—40×7—12 мк, составляя в среднем 30×9 мк. Через 6—12 час. после появления первичных конидий во влажной атмосфере образуются вторичные. Они мельче, имеют иную, коротко грушевидную или шаровидную форму (по Густавсону, 1965 и нашим наблюдениям). Вторичные конидии обычно возникают по периферии слоя, т. е. из наиболее далеко отброшенных конидий. Через 12—24 часа вторичные конидии выбрасывают протоплазматический тяж и погибают. Первичные конидии во влажной атмосфере обладают способностью выбрасывать вторичные — в течение 2—3 пер-

вых дней. Однако большинство их не выбрасывает вторичных конидий и сохраняют жизнеспособность в течение недели и более. Образования покоящихся спор нам не удалось наблюдать. По данным Густавсона (Gustafsson, 1965) *E. curvispora* способна образовывать покоящиеся споры в течение 4 первых дней. В Швеции этот вид энтомофторовых грибов выше-приведенным автором обнаруживался в августе и начале сентября исключительно на мелких двукрылых во влажном лесу, иногда вдоль ручьев.

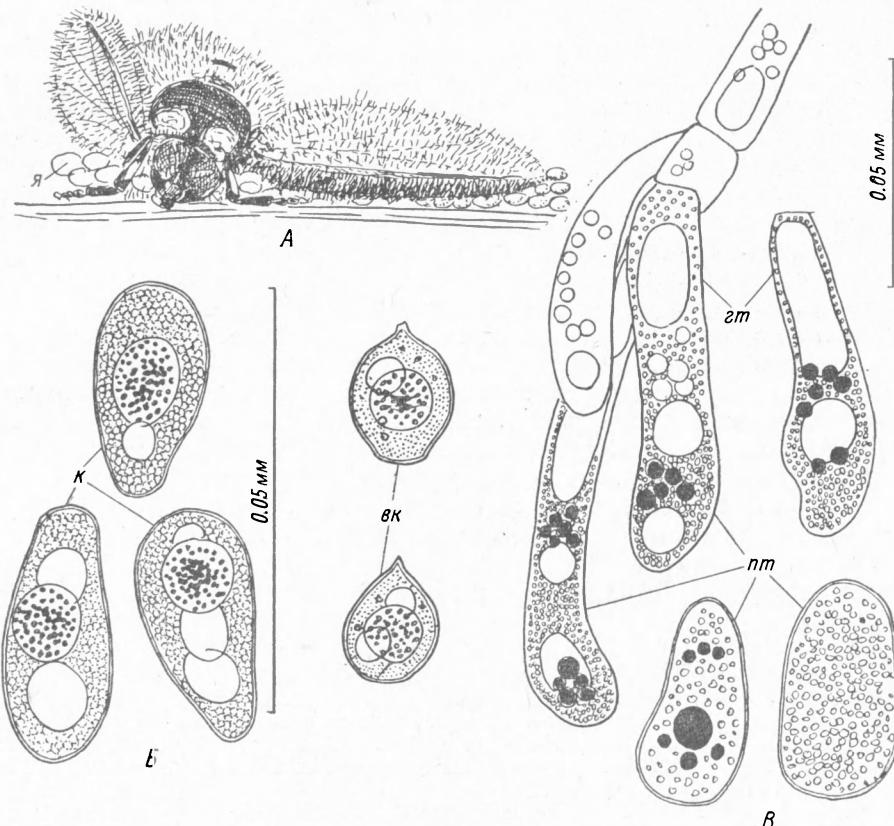


Рис. 2. *Entomophthora ovispora* Nowakowski.  
A — общий вид пораженного насекомого (*♀ Boophthora erythrocephala* De Geer); B — конидии первичные ( $\kappa$ ) и вторичные ( $\beta\kappa$ ); В — гифовые ( $\varepsilon\tau$ ) и плодовые тела ( $\pi\tau$ ).

Родового названия двукрылых автор не приводит. Очень близкая форма, по мнению Густавсона (Gustafsson, 1965 : 158), вероятно, этот же вид, был обнаружен в Северной Америке на мелких комариках и других двукрылых. В Швеции относительно редок и обнаружен преимущественно на южных окраинах страны.

Второй вид энтомофторовых грибов — *E. ovispora* обнаружен нами на короткощупиковой мошке (*Simulium morsitans* Edw.), также на погибших самках среди яйцекладок. Внешняя картина поражения отличается от *E. curvispora* (рис. 2, A). Все тело, пронизанное мицелием, увеличено в размерах, хотя увеличение брюшка против нормы выражено сильнее. Наиболее резкое отличие выражается в том, что гифы проникают и в крылья, разрастаясь, раздувают их. Многочисленные конидиеносцы образуются на крыльях так же как и на брюшке. Гифовые тела (рис. 2, B) обычно слегка расширены дистально, характеризуются наличием 2—3 крупных вакуолей и большим числом мелких жировых капель. Конидии (рис. 2, B) вытянутояйцевидной формы, размером  $25-28 \times 13-11$  мк. Примерно такие же размеры ( $22-28 \times 14$  мк) приводятся Новаковским (Nowakowski, 1883), описавшим вид. По Густавсону (Gustafsson, 1965), размеры конидий шведской формы мельче (среднее —

$22 \times 11$  мк). Конидия имеет 1—2—3 крупных вакуоли и центрально расположено крупное ядро ( $9 \times 10$  мк). Характерны для этого вида крупные цистидии. Как и у предыдущего вида, первичные конидии в течение первых же суток образуют вторичные, короткояйцевидные, размерами  $10—12 \times 14—16$  мк (рис. 2, Б). Покоящиеся споры не наблюдались. Густавсон (Gustafsson, 1965) наблюдал развитие этого гриба в Швеции в августе на мелких двукрылых (род не указывается) в сыром лесу, иногда вдоль ручьев; насекомые погибали на гнилой древесине, около ручья, на берегу пруда.

Оба вида энтомофторовых грибов были изолированы рядом авторов, среди них Густавсоном, и культивировались на искусственных средах. Оптимальные для развития температуры лежат около  $20^\circ$ . Лучше всего оба гриба развиваются на агаре [мальтозный агар сабуро (Difco)]. *E. ovispora* первые 4 дня развивается медленно, с 5-го дня его рост ускоряется и через 15 дней размер культуры достигает около 30 мм в диаметре. *E. curvispora* растет с первого же дня быстрее и достигает тех же размеров через 10 дней. У обоих видов на 1—2-й день наблюдалось хорошее и обильное спорообразование на различных агаровых средах (с декстрозой, мальтозой, на картофельной и кокосовой, с пептоном и др.). Из источников азота, по опытным данным Густавсона (Gustafsson, 1965), наиболее благоприятны для роста обоих видов аспарагин и пептон. Из углеводов — гликоген и крахмал. Культивирование обоих видов, по Густавсону, не представляет особых трудностей. Развитие этих энтомофторовых грибов возможно, по его опытным данным, и на иных, более дешевых и доступных средах. По его мнению, эти энтомопатогенные грибы перспективны для использования в биологических методах борьбы. Наиболее актуальными ближайшими задачами исследования являются выяснение процесса инфицирования насекомых и условий, благоприятствующих возникновению и развитию инфекции на различных видах насекомых, в том числе и на полезных.

#### Л и т е р а т у р а

Рубцов И. А. 1956. Мошки (сем. Simuliidae). Фауна СССР, Л., VI (6) : 1—860.  
Рубцов И. А. 1960. Гонотрофический цикл у растительноядных видов мошек (Diptera, Simuliidae). Энтомол. обзор., 39 (3) : 556—573.  
Рубцов И. А. 1963. О мермисах, паразитирующих в мошках. Зоол. журн., 42 (12) : 1768—1784.  
Gustafsson M. 1965. On species of the Genus Entomophthora Fres. in Sweden. I. Classification and Distribution. Lantbruks. Ann., 31 : 103—212; II. Cultivation and Physiolo-Lantbruks. Ann., 31 : 405—451.  
Jenkins W. 1964. Pathogens, Parasites and Predators of Medically important Arthropods. Suppl. to vol. 30 of the Bull. WHO, Geneve : 1—152.  
Lacson G. 1919. Die Insektenfeinde aus der Familie Entomophthoreen. Z. angew. Ent., 5 : 161—216.  
Nowakowski L. 1883. Entomophthoreae, etc. Pamiętnik Akad. Umiejętności Krakowie, 8 : 153—183.

#### ON ENTOMOPHTHOROUS FUNGI PARASITIZING ON BLOODSUCKING BLACK-FLIES

I. A. Rubtsov

#### S U M M A R Y

Entomophthorous fungi are widely distributed in black-flies and are recorded all over the world. In the Luga region of the Leningrad district two species of entomophthorous fungi were found on adults *Boophthora erythrocephala* De Geer: *Entomophthora curvispora* Nowakowski and *Entomophthora ovispora* Nowakowski. Species of parasites well differ in their shape, size and the structure of conidium. The first species does not infest mature eggs and does not form mycelium on wings, the second species infest all internal tissues and wings. Females infested with entomophthorous fungi fly to the places of collective egg-clutches and perish on clutches laid by sound females. Perished insects fixed with rhizoids of fungi remain here till the development of parasite is accomplished. The description of various stages of the parasite's development and the process of formation of primary and secondary conidia is given. The formation of spores was not observed.